REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DEL SONIDO

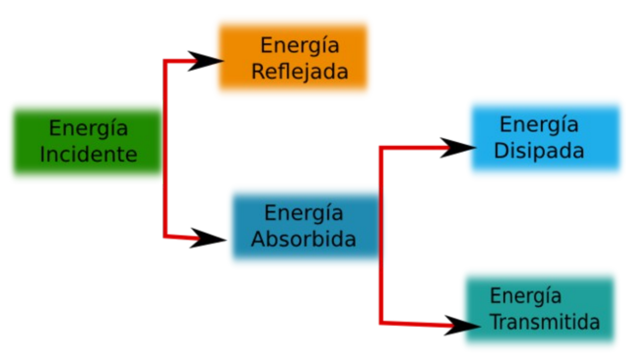


Imagen 1:Muestra lo que sucede con la energía cuando una onda incide sobre una superficie.

Se comprueba que las ondas sonoras se reflejan en el mismo ángulo con el que inciden, pero se atenúa si la superficie es blanda o rugosa.

Se puede entender el mecanismo de la reflexión si se considera que las distintas presiones sonoras trasportadas por la onda que inciden contra un material hacen que este vibre. Parte de la energía vibratoria se devuelve al *medio material mediante la reflexión* y la *otra parte absorbida*, a su vez, se trasforma en otros dos tipos de energía: la que dis*ipa en el medio* y la que se *transmite por el material*.

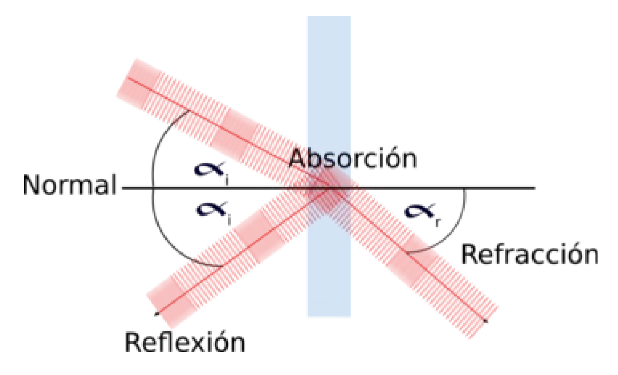


Imagen 2: Muestra que la reflexión de la onda es en la mismo ángulo que la onda incidente. La onda refractada sin embargo cambia de dirección

La refracción es otra de las características de los movimientos ondulatorios. Consiste en el **cambio de dirección y de rapide**z que sufre una onda cuando pasa de un medio a otro de distinta características. Pero la refracción también puede **producirse dentro de un mismo medio cuando las características de este no son perfectamente homogéneas, sino que varían en cuanto a su densidad o su temperatura y, por consiguiente, la rapidez de propagación del sonido en el aire sufre refracciones, dada que la temperatura del aire no es uniforme.**

Refracción en un mismo medio (aire)

En un día soleado, las capas de aire próximas a la superficie terrestre están a mayor temperatura que las capas más altas, y por lo tanto, la rapidez del sonido aumenta con la temperatura porque las moléculas oscilan más rápidamente y transmiten al entorno la perturbación, por ello en las capas bajas la rapidez es mayor que en las altas.



Illustration 1 Muestra la dirección que toma la onda sonora dependiendo de la temperatura

Caso contrario sucede en las noche, donde el aire próximo a la tierra se enfría más rápidamente que el de las capa inmediatamente superiores. De este modo, el sonido emitido desde el suelo se curva hacia abajo en las capas frías más altas. Por ello en la noche podemos escuchar con un mayor alcance.

Absorción y aislamiento acústico

La absorción del sonido es uno de los problemas fundamentales con que se enfrentan un ingeniero cuando desea aislar del ruido, un edificio o una zona determinada.

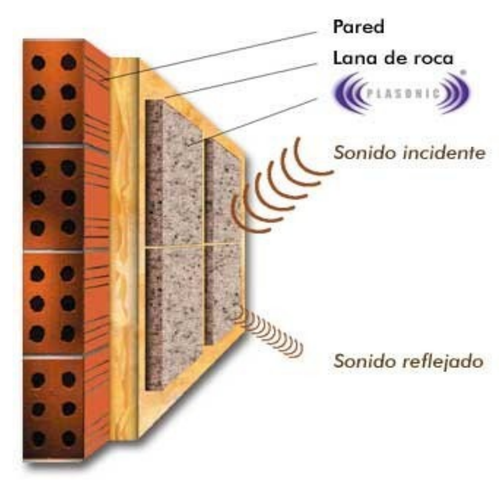


Imagen 3: Mientras más porosa es la superficie de un material, más energía sonora puede absorber

Afortunadamente, los distintos materiales tienen la capacidad de absorber energía acústica según su porosidad. Basándose en esta propiedad, se decide qué materiales son más adecuados pra revestir las paredes interiores de la una sala, por ejemplo. Cuanto más poroso se un material, más absorbente será y, por lo tanto, reflejará menos sonido. Si una habitación tiene las paredes lisas, cuando hay varias personas hablando dentro de ella habrá más ruido que si revestimos las mismas paredes con gruesas cortinas de tela.
Para conseguir un buen aislamiento acústico, es necesario impedir que el sonido se trasmita, para ello es necesario materiales duros, pesados y poco elásticos. Algunos ejemplos son hormigón, acero, plomo, etc.

Reverberación

Es la prolongación del sonido una vez que se ha extinguido la fuente sonora. Se produce por las múltiples ondas reflejadas que continúan llegando al oído. Si las paredes fueran reflectores perfectos, el proceso sería de duración infinita, afortunadamente, en las paredes se absorbe sonido y el proceso tiene una duración limitada. Para que se produzca reverberaciones es necesario que la distancia sea menor a la necesaria para el eco. Tal distancia se calcula como se muestra en el siguiente item.

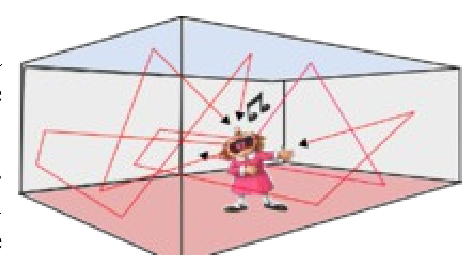


Imagen 4: La reverberación se produce por la reflexión del sonido en las paredes, siempre y cuando sea menor a 17 m en el aire por ejemplo

Eco

El eco es otro fenómeno relacionado con la reflexión del sonido. Se produce cuando el sonido inicial ya se ha extinguido y aparece un sonido igual de forma reflejada.

Cuando la superficie reflectante está suficientemente lejos, nuestro oído puede percibir por separado la onda directa y la reflejada. **Si la separación temporal entre ambos sonidos es superior a 0,1 (s), el sonido repetido se llama eco. es decir, el oído puede percibir dos sonidos al menos.**
Por ejemplo calculemos la distancia a la que se produce eco para el sonido en el aire.

cálculo del eco para el aire

$$t=0{,}1\,[s]$$

$v_{aire}=340\,m/s$ entonces tenemos

$v=\frac{d}{t}$ despejamos d y tenemos

$d=v\cdot t$ reemplazamos

$$d=340\frac{m}{s}\cdot\frac{1}{10}s=34$$

como el sonido va y debe devolverse es la mitad de esa distancia, osea 17 m

cálculo del eco para el agua

$$t=0{,}1\,[s]$$

$v_{agua}=1450\,m/s$ entonces tenemos

$v=\frac{d}{t}$ despejamos d y tenemos

$d=v\cdot t$ reemplazamos

$$d=1450\frac{m}{s}\cdot\frac{1}{10}s=145$$

como el sonido va y debe devolverse es la mitad de esa distancia, osea 72,5 m

Resonancia

Todos los cuerpo tienen una frecuencia de vibración propia de cada estructura, por ello cuando recibe estímulos de una fuente ondulatoria externa de la misma frecuencia o muy próxima, su amplitud de oscilación aumenta considerablemente.

En el caso de los instrumentos musicales es muy bueno este efecto, porque permite amplificar el sonido, como por ejemplo la caja de resonancia de la guitarra, este efecto también se observa al vibrar el parche de una caja o bombo.

CARACTERÍSTICAS DEL SONIDO

Espectro audible

El espectro audible está formado por las audio-frecuencias. El oido humano está capacitado para percibir sonidos cuya frecuencia se encuentran entre los 20 Hz y 20.000 Hz y trasformarlo en sensaciones auditivas. Estos límites no son estricto y depende de factores biológicos como la edad, algunas enfermedades, o malformaciones del oído.

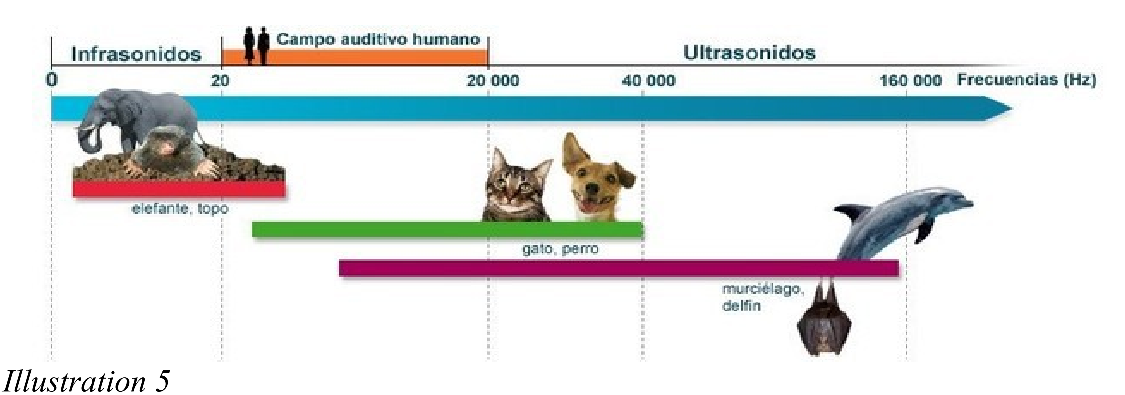


Illustration 5

Los infrasonidos son aquellos que se encuentran con una frecuencia por debajo de los 20 hz, en cambio los ultrasonidos se encuentran sobre los 20.000 Hz.
Según la imágen podemos encontrar tres zonas en función de la frecuencia, pues el espectro no es estrictamente cuadrado.

1.Zona de frecuencias bajas o tonos graves: corresponde a los sonidos cuyas frecuencias se encuentran entre los 20 Hz y los 256 Hz. En esta zona, sonidos de gran intensidad no son percibidos por la mayoría de la población.
2.Zona de frecuencias medias o tonos medios: corresponde a los sonidos cuyas frecuencias se encuentran entre laos 256 Hz y los 2 kHz. A esta zona pertenece el tono fundamental y los armónicos de la mayoría de los sonidos. El rango de intensidades percibido por el oído humano en esta zona es mayor que en la de tonos graves.
3.Zona de frecuencias altas o tonos agudos: comprende los sonidos con frecuencia entre los 2 kHz y 20 kHz. Es la zona con mayor rango de intensidad percibida.

Altura del Sonido o Tono

La altura de un sonido está directamente relacionada con la frecuencia. Pues mientras mayor se a altura, mayor será la frecuencia, y mientras más bajo, una menor frecuencia tendrá la ondas.

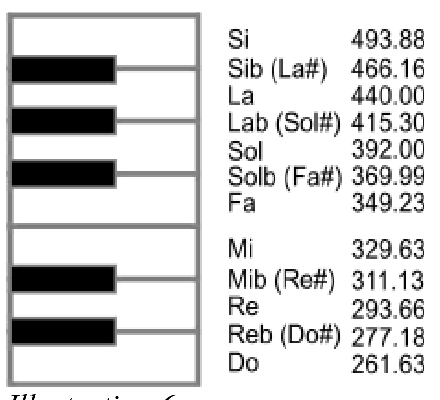
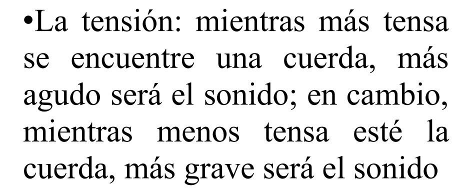


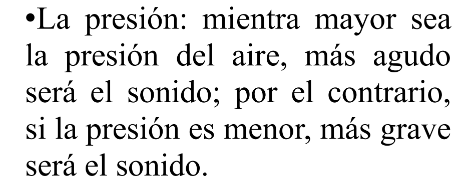
Illustration 6

Nos podemos dar cuenta que cuando se lleva a la otra octava, la frecuancia es doble. Por ejemplo luego de la nota Si con frecuencia 493,88 Hz viene el Do, esta nota tendría una frecuencia de 523,26 Hz la cual es el doble de la frecuencia 261,63 Hz.

La altura o tono está determinada por características en los instrumentos como:

•El tamaño mientra más grande sea un instrumento musical, más grave será el sonido; al contrario, cuánto más pequeño será más agudo.
•La longitud: mientras más larga una cuerda, más grave será el sonido; por el contrario, al ser más corta, el sonido es más agudo.


•La tensión: mientras más tensa se encuentre una cuerda, más agudo será el sonido; en cambio, mientras menos tensa esté la cuerda, más grave será el sonido


•La presión: mientra mayor sea la presión del aire, más agudo será el sonido; por el contrario, si la presión es menor, más grave será el sonido.

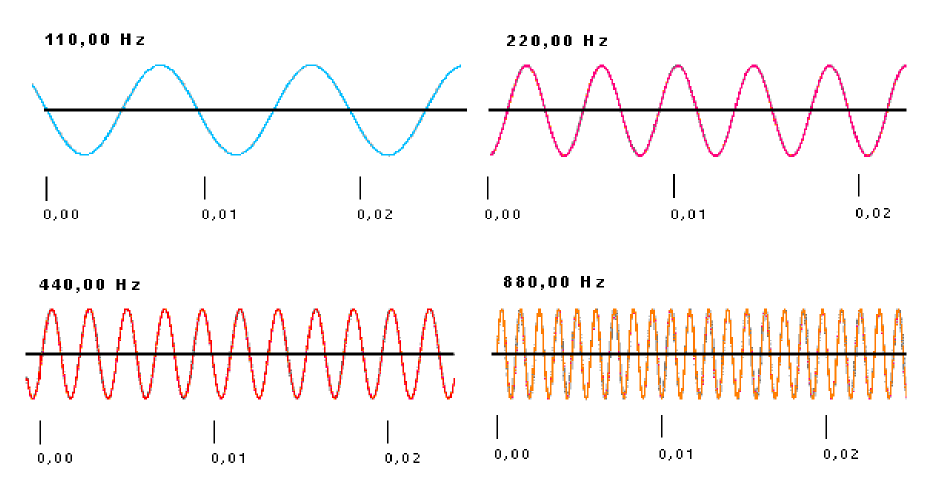


Illustration 7

Timbre

El timbre es la propiedad que permite al oído humano distinguir**dos sonidos de la misma frecuencia e intensidad (amplitud) que son emitidos por distintos instrumentos** o focos emisores, es decir depende del número, intensidad y frecuencia de los armónicos que acompañan al sonido fundamental. En general podemos decir que está relacionado con la forma de la **onda**

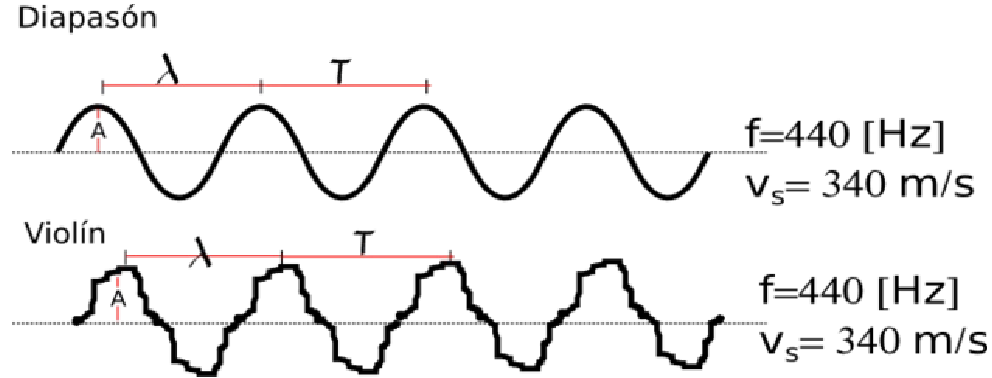


Illustration 8: el timbre no está relacionado con la intensidad, tampoco con la rapidez de propagación, periodo, frecuencia, amplitud.

Intensidad del Sonido

La inmensa cantidad de sonidos perceptibles por el oído, está directamente relacionada con la intensidad, que corresponde a la energía que se propaga en el medio y que puede ser medida, como la intensidad acústica o intensidad sonora.

La intensidad acústica se define como la cantidad de energía trasportada por una onda sonora en la unidad e tiempo y de superficie, o la potencia por unidad de superficie, la cual se mide en watt/m².
Ecuación de la intensidad acústica, la cual se mide en **W/m²**, donde **E** es la energía; **t** es el tiempo,**A** la superficie y **P** la potencia.

$$I = \frac{P}{A}$$

$$P = \frac{E}{t}$$

$$I = \frac{E}{t \cdot A}$$

Ecuación de la intensidad acústica, la cual se mide en **W/m²**, donde **E** es la energía; **t** es el tiempo, **A** la superficie y **P** la potencia.

El decibel es la mínima variación de intensidad sonora que percibe el oído humano. Es la décima parte del bel, que al ser una unidad muy grande, habitualmente no se utiliza.

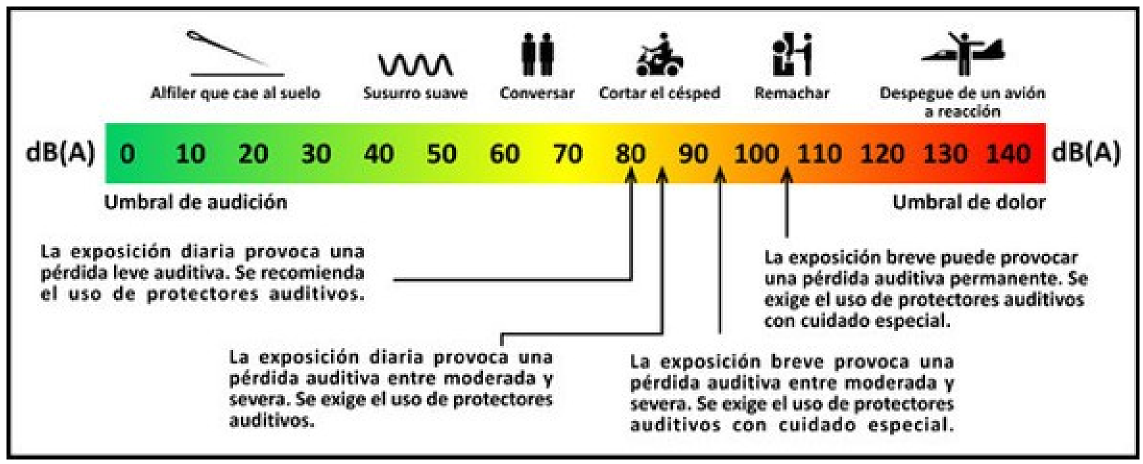


Illustration 9

EFECTO DOPPLER

Todos hemos sido testigos del cambio de altura de un sonido cuando la fuente que lo emite se acerca o se aleja: el motor de un carro, el pito de una locomotora, el paso de un avión en vuelo bajo, entre otros ejemplos. Cuando el origen de las ondas se desplaza en un sentido causa que el ancho de banda de la onda se acorte en la dirección hacia adonde se esta moviendo y se alargue en el sentido contrario. De esta manera el tono del sonido cambia haciéndose mas alto en la dirección hacia donde el origen de la onda se acerca y de tono bajo hacia adonde se aleja.

En este caso, la longitud de onda que percibe el observador se hace más pequeña que la emitida por el foco. Los frentes de ondas se comprimen por el espacio que recorre el foco. La longitud de onda percibida es:

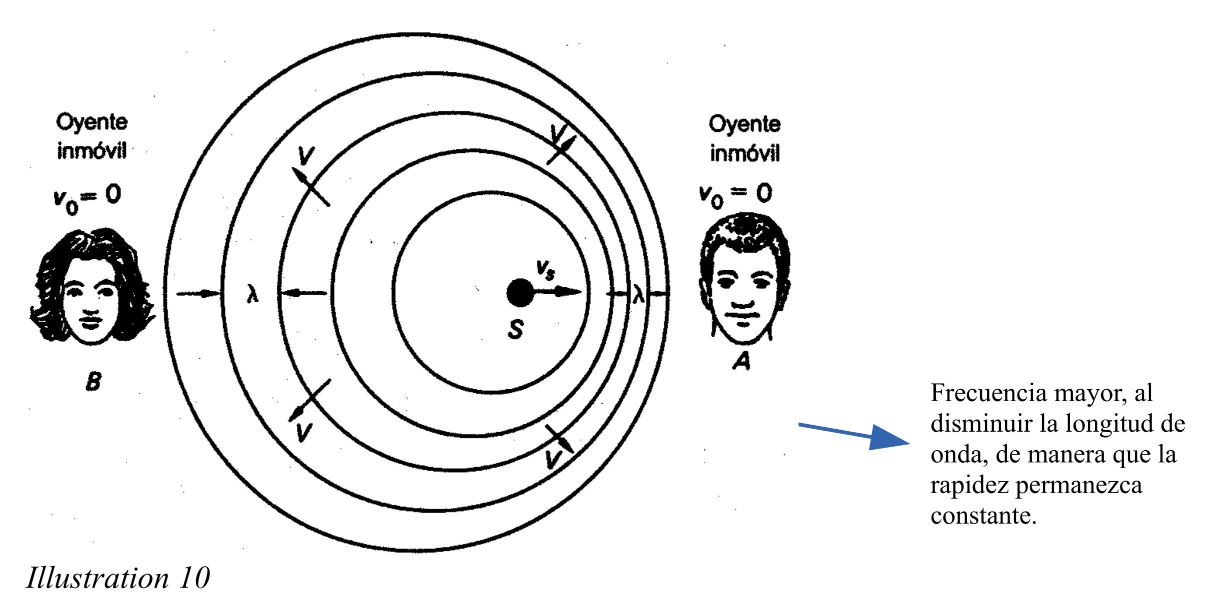


Illustration 10

Longitud de onda para cuando el foco se acerca: $\lambda' = \lambda - (v_f - \Delta t)$

Longitud de onda para cuando el foco se aleja: $\lambda' = \lambda + (v_f - \Delta t)$

La frecuencia percibida por el observador es: $f' = f\left(\frac{v}{v \pm v_f}\right)$

en esta ecuación tenemos:

f ' : Es la frecuencia percibida por el observador

f: es la frecuencia de la fuente cuando está en reposo

v= Rapidez del sonido en el aire en este caso

v_f= rapidez de la fuente sonora

Se usa + cuando la fuente sonora se aleja del observador y – cuando se acerca

Ejercicios

1. ¿Qué energía percibe un observador a una distancia de 3 m, de un parlante de 350 W?
2. ¿Qué frecuencia percibe una persona a la cual se acerca una sirena de ambulancia con una rapidez de 50 km/h, sabiendo que la frecuencia del sonido de la sirena es 440 Hz? Vs= 340 m/s
3. Un avión vuela a 3, 5 match, entonces podemos afirmar que a roto la barrera del sonido en cuántas veces.
4. Calcular a la distancia que se producen reverberaciones en el acero?
5. ¿Cuál es la rapidez del sonido si la temperatura a la cuál opera es de 30°C?
6. Un carro de bomberos se aleja de un observador que a percibido una frecuencia de 550 Hz. Si la rapidez del sonido es de 340 m/s y la frecuencia del sonido inicial era 750 Hz. ¿Cuál es la velocidad del carro?